

# 安徽大学集成电路学院

## 《电路实验》第七次报告

项目	RC电路频率特性的研究			日期	
专业	集成电路	学号		姓名	
				师签字	

## 【实验目的】

1. 了解低通、高通、带通滤波器的频率特性
2. 掌握网络频率特性测试的一般方法

## 【实验原理（预习）】

当电源的频率发生变化时，电路中的电感和电容元件的阻抗会随之改变。因此，即使保持输入电压的幅值不变，电路中的输出电压也会随频率的改变而发生变化。不同频率正弦稳态下，电路响应与频率的关系可由正弦稳态网络函数来表示。

$$H(j\omega) = \frac{U_o}{U_i} = \frac{j\omega C}{R + j\omega C} = \frac{1}{1 + j\omega RC} \xrightarrow{\omega C = \frac{1}{RC}} \frac{1}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} = |H(j\omega)| \angle \varphi(\omega)$$

则幅频特性  $|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{1 + (\frac{\omega}{\omega_c})^2}}$   
相频特性:  $\varphi(\omega) = -\arctan(\frac{\omega}{\omega_c})$   
 $\omega_c = \frac{1}{RC}$  为固有频率或截止频率

当  $\omega = 0$  时,  $|H(j\omega)| = 1$ ,  $\varphi(\omega) = 0$ ; 当  $\omega = \omega_c$  时,  $|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{2}}$ ,  $\varphi(\omega) = -\frac{\pi}{4}$ ; 当  $\omega \rightarrow \infty$  时,  $|H(j\omega)| \rightarrow 0$ ,  $\varphi(\omega) \rightarrow -\frac{\pi}{2}$

随着频率增高,  $|H(j\omega)|$  将减小, 说明低频信号可以通过, 高频信号被抑制或衰减

在一阶高频滤波器中  $H(j\omega) = \frac{U_o}{U_i} = \frac{R}{R + j\omega C} = \frac{j\omega RC}{1 + j\omega RC} \xrightarrow{\omega C = \frac{1}{RC}} \frac{j\frac{\omega}{\omega_c}}{1 + j\frac{\omega}{\omega_c}} = |H(j\omega)| \angle \varphi(\omega)$

幅频特性:  $|H(j\omega)| = \frac{\frac{\omega}{\omega_c}}{\sqrt{1 + (\frac{\omega}{\omega_c})^2}}$ , 相频特性:  $\varphi = 90^\circ - \arctan(\frac{\omega}{\omega_c})$

在带通滤波器中:  $H(j\omega) = \frac{1}{3 + j(\omega RC - \frac{1}{\omega RC})}$

幅频特性:  $|H(j\omega)| = \frac{1}{\sqrt{9 + (\omega RC - \frac{1}{\omega RC})^2}}$

相频特性:  $\varphi(\omega) = \arctan \frac{\omega RC - \frac{1}{\omega RC}}{3}$

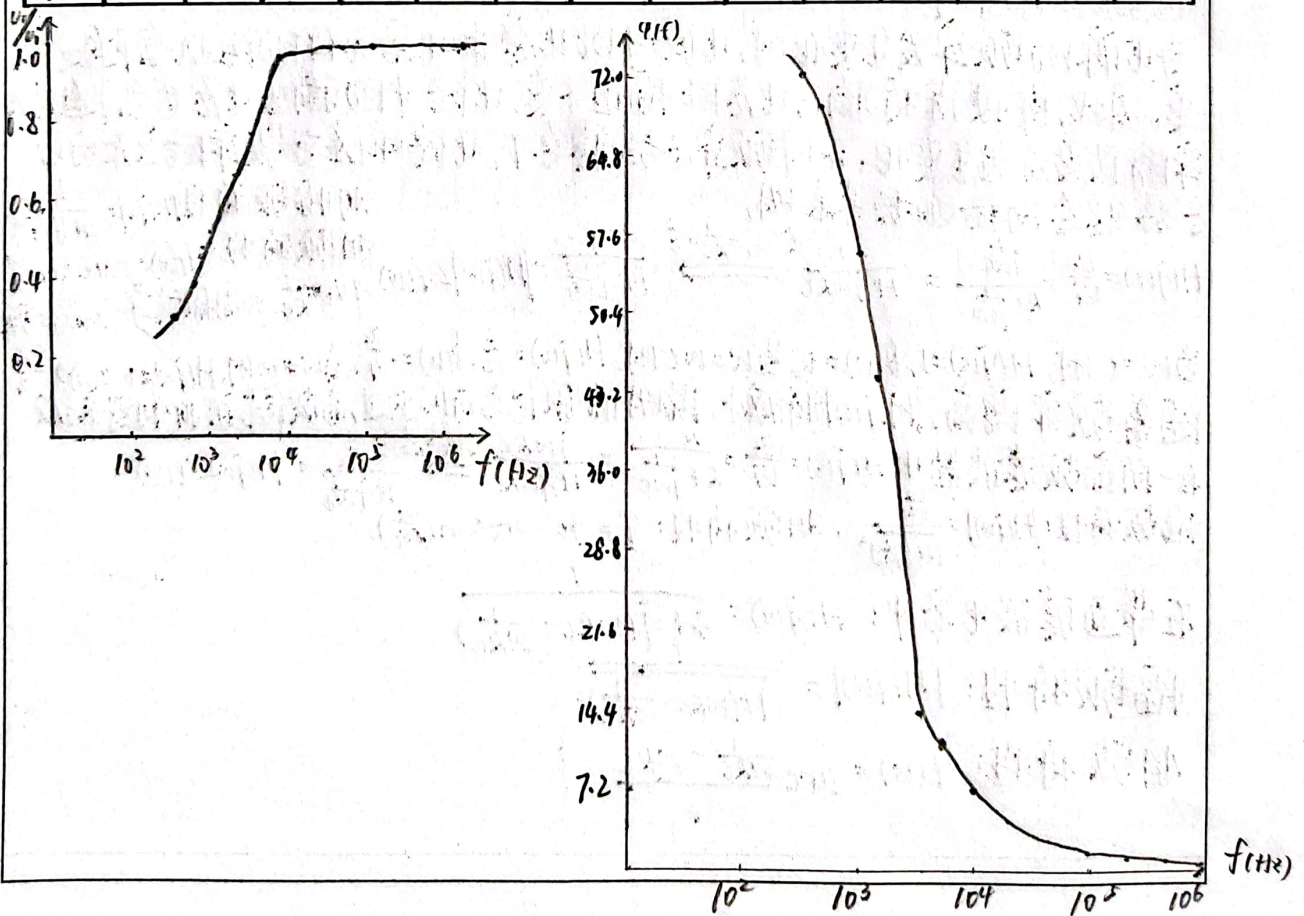


【实验内容与记录（题号、操作步骤、数据记录与处理、附图编号等）】

### 1. 测试一阶RC高通电路的频率特性

取 $R=1k\Omega$ , 电容 $C=0.1\mu F$ , 电路的输入端输入一个 $U_i=3V$ 的正弦信号, 改变信号源的频率, 观察输出端电压的变化, 确定电路的幅频和相频特性, 完成下表

$f(Hz)$	500	650	800	1000	1591	$5 \times 10^3$	$7 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	$7 \times 10^4$	$1 \times 10^5$	$4 \times 10^5$	$7 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$U_o(V)$	0.96345	1.2070	1.4223	1.6692	2.1616	2.7857	2.8395	2.8695	2.8971	2.8949	2.8889	2.7183	2.4971	2.3692
$U_i(V)$	3.0398	3.0309	3.0212	3.0083	2.9758	2.9211	2.9157	2.9123	2.9070	2.9029	2.8963	2.7240	2.5002	2.3770
$\Delta t$	400 $\mu s$	285 $\mu s$	214 $\mu s$	155 $\mu s$	78 $\mu s$	8 $\mu s$	5 $\mu s$	2 $\mu s$	250ns	100ns	65ns	10ns	5ns	3ns
$T$	2.00ms	1.54ms	1.25ms	1ms	626 $\mu s$	200 $\mu s$	144 $\mu s$	100 $\mu s$	25 $\mu s$	14.3 $\mu s$	10 $\mu s$	2.5 $\mu s$	1.43 $\mu s$	1 $\mu s$
$\phi$	72.0°	66.6°	61.6°	55.8°	44.9°	14.4°	12.5°	7.2°	3.6°	2.5°	2.3°	1.4°	1.3°	1.1°



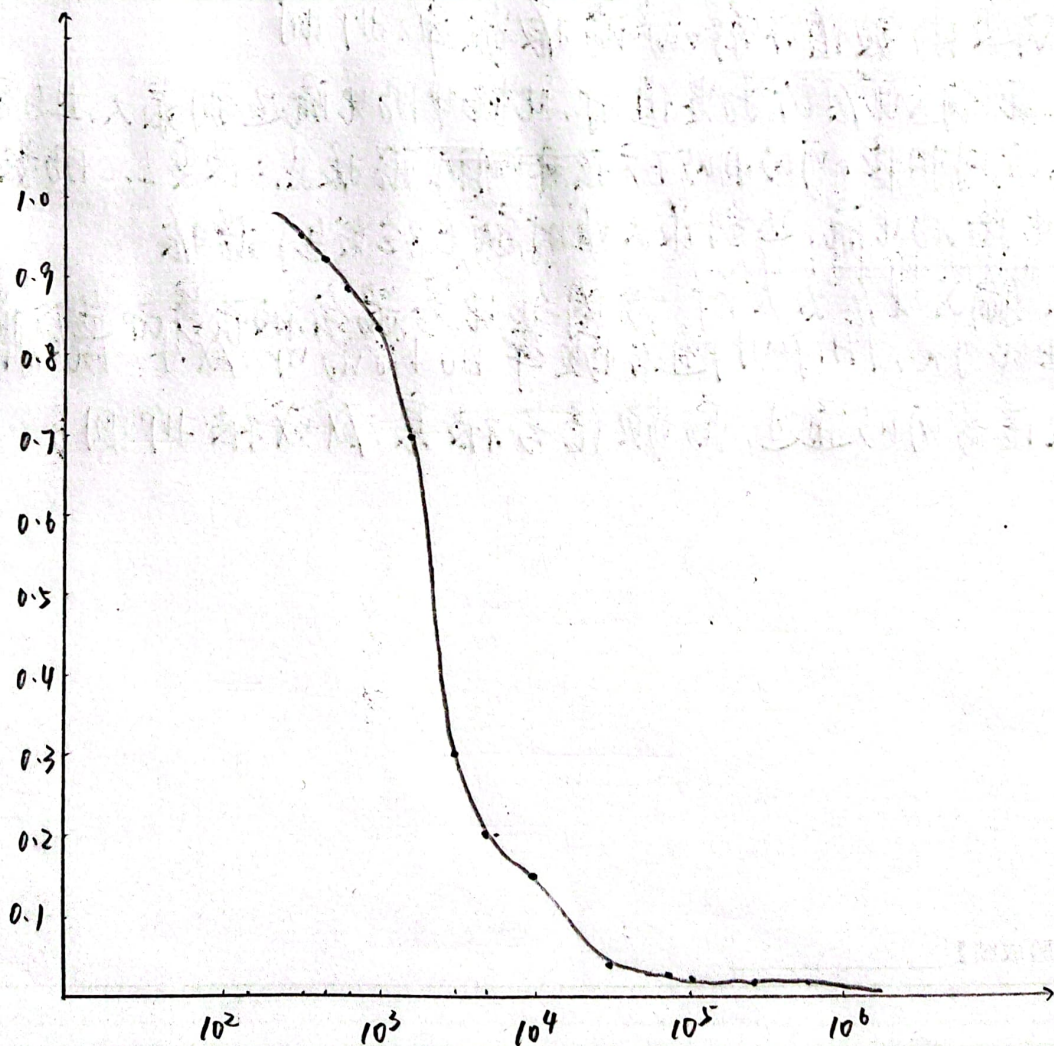


【实验内容与记录（题号、操作步骤、数据记录与处理、附图编号等）】

## 2. 测试一阶RC低通电路的频率特性

取  $R=1k\Omega$  电容  $C=0.1\mu F$ ，电路的输入端输入一个  $V_i=3V$  的正弦信号。改变信号源的频率，观察输出端电压的变化，确定电路的幅频特性，完成下表

$f(Hz)$	500	650	800	$10^3$	1591	$5 \times 10^3$	$7 \times 10^3$	$1 \times 10^4$	$4 \times 10^4$	$7 \times 10^4$	$1 \times 10^5$	$4 \times 10^5$	$7 \times 10^5$	$1 \times 10^6$
$V_o$	2.8890 V	2.7916 V	2.6821 V	2.5266 V	2.0788 V	0.8726 V	0.6373 V	0.4521 V	115.195 mV	65.785 mV	45.787 mV	8.414 mV	1.045 mV	0.230 mV
$V_i$	3.0410 V	3.0325 V	3.0232 V	3.0108 V	2.9786 V	2.9217 V	2.9158 V	2.9121 V	2.9069 V	2.9023 V	2.8966 V	2.7353 V	2.5319 V	2.4290 V





## 【小结与讨论】

经历了此次实验,我掌握了以下内容

1. 了解了低通,高通滤波器的频率特性

2. 掌握了网络频率特性测试的一般方法

11. 在高通滤波器中,其频率特性

幅频特性:  $H(j\omega) = \frac{\omega RC}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$

相频特性:  $\varphi(\omega) = 90^\circ - \tan^{-1} \omega RC$

由此可见,  $\varphi(\omega)$  随着频率的降低而减小,说明高频信号可以通过,低频信号被衰减或被抑制

12. 在低通滤波器中,其频率特性

幅频特性:  $H(j\omega) = \frac{1}{\sqrt{1 + (\omega RC)^2}}$

相频特性:  $\varphi(\omega) = -\tan^{-1} \omega RC$

由此可见,  $|H(j\omega)|$  随着频率的增高而减小,说明低频信号可以通过,高频信号被衰减或被抑制

【实验成绩】 \_\_\_\_\_